

УДК 667.637.2:621.029

Федірко П.П.

к.т.н., доцент

Кроль В.О.

старший викладач

Морозов В.В.

викладач

кафедра ремонту машин і енергообладнання

Інженерно-технічний факультет

Подільський державний аграрно-технічний університет

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: rmeo.pdatu@gmail.com

ВІДНОВЛЕННЯ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИТТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ БЕЗ ПОПЕРЕДНЬОГО ВИДАЛЕННЯ ІРЖІ

Проаналізовано механізми корозійної та електрохімічної поведінки сталей у агресивних експлуатаційних середовищах аграрного виробництва. Описано історію відкриття, класифікацію та сфери застосування перетворювачів продуктів корозії (іржі), завдяки яким немає необхідності у повному видаленні продуктів корозії з поверхні металу під час проведення ремонтних робіт. Перетворювачі іржі вступають в реакцію з продуктами корозії, утворюючи захисний шар, який запобігає подальшій корозії і є доброю основою для нанесення лакофарбових матеріалів. Також наведені склади перетворювачів вітчизняного виробництва і технологія їх нанесення. При дотриманні технології і врахуванні сумісності лакофарбових матеріалів, застосування перетворювачів іржі суттєво знижує витрати на антикорозійний захист.

***Ключові слова:** продукти корозії, перетворювач іржі, лакофарбові покриття, модифікатор іржі, фосфорна кислота, металеві вироби, перетворення, фосфатування.*

Вступ. Згідно зі статистичними даними, щорічні втрати металів через корозію в Україні складають до 12% загальної маси, що відповідає втраті до 30% щорічного виробництва металу [1]. Характерною ознакою економічної кризи в сільському господарстві є використання вітчизняної і зарубіжної техніки з фактичним терміном служби, який у разі перевищує нормативний. Дослідження стану сільськогосподарської техніки, особливо мобільної, після 1...3 років експлуатації дозволяє зробити висновок: корозійного впливу в тій чи іншій мірі зазнають більше 70...80% складових одиниць і деталей машин. Корозійні пошкодження є об'єктивним і закономірним результатом впливу навколишнього середовища, динамічних навантажень, термодинамічної нестійкості металевих матеріалів з яких виготовлені деталі сільськогосподарських машин. Тому зростає необхідність у проведенні заходів, спрямованих на підтримку ресурсу існуючих машин, у тому числі виконання робіт щодо забезпечення антикорозійного захисту машинно-тракторного парку.

Ринок України наповнений різноманітними засобами і технологіями, як вітчизняними, так і зарубіжними. Їх надійність і вартість коливаються у досить широких межах. Досить часто антикорозійні засоби випускаються без зазначення хімічного складу, лише під певною торговельною маркою. Якщо ж інформація про складники наводиться, відсутність державних стандартів і належного контролю якості продукції дозволяє виробникам відхилятися від зазначених в супровідній документації рецептур, використовувати сировину неналежної якості. Ситуація ускладнюється тим, що досить часто порушується технологія застосування, що призводить до значного зниження очікуваного ефекту.

У фермерських господарствах проблема збереження машин стоїть більш гостро в порівнянні з агрохолдингами, які у роботі застосовують дорогі імпортні матеріали і техніку. Також бракує кваліфікованих фахівців, здатних займатися обслуговуванням і ремонтом. Тому актуальною темою є проведення пошукових досліджень для розробки методики відновлення лакофарбових покриттів сільськогосподарської техніки, яка не потребує високої кваліфікації персоналу і значних витрат.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На даний момент найпоширенішим методом видалення продуктів корозії з поверхні, окрім механічної обробки, є кислотне травлення, яке має істотні недоліки: разом з видаленням продуктів корозії розчиняється частина поверхні металу деталі; утворюються кислотні тумани, шкідливі для органів дихання; виникає потреба в утилізації стічних вод, які утворюються в результаті промивання металевих заготовок після кислотного травлення. Але не варто забувати про альтернативний спосіб обробки кородованої поверхні металоконструкцій - це використання перетворювачів іржі.

Перетворювачі іржі (ПІ) - це засоби, що дозволяють підготувати поверхню з чорного металу під фарбування без попереднього ретельного видалення продуктів корозії.

У зарубіжних країнах вони з'явилися в 40-х роках минулого століття і менш ніж через 20 років вітчизняні винахідники розробили свої винаходи. Перше авторське свідоцтво на перетворювачі було видано в 1960 році Н.А. Назаровій [3], а у 1963 р. розробив новий склад перетворювача іржі В.А. Войтович [4].

Становлення перетворювачів іржі у якості засобів захисту металоконструкції від корозії пройшло довгий і складний шлях. Деякі рецептури містили компоненти, які шкодили здоров'ю персоналу і навколишньому середовищу. Багато виробничників спочатку відмовлялися від їх використання, через це перетворювачі іржі використовувалися в невеликих кількостях і часом навіть нелегально. Але боротьба за їх застосування не припинялася і до 1990 року було опубліковано близько 500 статей з позитивними результатами, створено десятки різних рецептур модифікаторів іржі різного призначення [2-7]. Це допомогло обґрунтувати доцільність їх використання для захисту металевих виробів, що дозволило знизити трудомісткість фарбувальних робіт, а також підвищити захисні властивості лакофарбових покриттів, що утворилися на поверхнях, оброблених перетворювачами.

Однією із значущих причин, яка посприяла збільшенню обсягів застосування перетворювачів, став перехід на більш тонкі металеві вироби і конструкції, які вже було важко обробляти механічно, так як механічне очищення призводило до втрати міцності. І саме використання перетворювачів іржі дало змогу уникнути зменшення товщини виробів при одночасному підвищенні їх міцності. У 80-х роках уже випускався достатній асортимент спеціальних засобів для обробки кородованих поверхонь на виробках найрізноманітнішого призначення, їх включили в нормативну документацію, інструкції, рекомендації та керівництва [6-9]. Перетворювачі іржі були використані при створенні таких унікальних виробів, такі як перший радянський супертанкер, висотні труби і т. д.

Після застою, який стався у 90-і роки, з 2000 року почався новий сплеск виробництва і розробки технологій використання модифікаторів, були розроблені нормативні документи на застосування і випробування засобів антикорозійного захисту [6,7].

Мета – дослідити склад і основні властивості вітчизняних ґрунтів-перетворювачів іржі і покриттів на їх основі та відібрати найбільш перспективні з них для подальших досліджень.

Методологія. Визначення асортименту перетворювачів іржі відбувалось із

застосуванням моніторингу інтернет-пропозицій, систематизації, узагальнення та контент-аналізу наукових досліджень інших вчених, що дало можливість виявити основні типи модифікаторів іржі, класифікувати їх за певними ознаками і відібрати представлені на ринку марки для більш детального аналізу.

Результати. Залежно від принципу взаємодії з основним металом, модифікатори іржі можна розділити на кілька типів:

1. Майже половина з представлених на ринку України перетворювачів іржі має склад на базі ортофосфорної кислоти. Зокрема ПП “Блеск”- це водний розчин ортофосфорної кислоти. “ТМ WIN”, “Хімрезерв”, “Protex” додатково містять добавки інгібіторів корозії, поверхнево-активних речовин, активаторів.

В результаті їх взаємодії з іржавою поверхнею утворюються нерозчинні солі заліза $FeHPO_4$, $Fe_3(PO_4)_2$, які пасивують чорний метал, тобто використовується процес фосфатування, розроблений понад століття тому. Вартість ортофосфорної кислоти невелика, вона не токсична і зручна у використанні.

“Полиформ красный” (инфиниум) містить суміш неорганічних і органічних кислот, воду, розподільвач по металу, інгібітор корозії, емульгатор. Вдало підібрана композиція сприяє швидкому розчиненню продуктів корозії і очищенню кородованої поверхні, але надійний антикорозійний шар не утворюється.

Поверхні оброблені вищезгаданими засобами швидко іржавіють на повітрі без захисного шару лакофарбового покриття або консерванту. Для нейтралізації кислоти, яка не прореагувала, бажано провести нейтралізацію содовим або мильним розчином і промити оброблену поверхню водою, щоб уникнути в майбутньому підплівкової корозії.

Таблиця 1

Склад перетворювачів іржі

Марка	Складники	Патенти, ДСТУ
Ферум-3	рослинний дубильний екстракт, органічна кислота рослинного походження, водорозчинний сульфат металу, динатрієва сіль етилендіамінтетраоцтової кислоти або тетранатрієва сіль етилендіамінтетраоцтової кислоти, вода	[13]
Тамак-1	дубильний екстракт, целлолігнін, шавлева кислота, артезіанська вода	[11]
Полиформ "красный" (инфиниум)	неорганічні і органічні кислоти, вода, розподільвач по металу, інгібітор корозії, емульгатор	
Блеск	ортофосфорна кислота, вода	
Зебра	рослинна кислота	
Protex	ортофосфорна кислота, поверхнево-активні речовини, спеціальні добавки, інгібітор корозії, активатори	
Kompozit	водний дубильний екстракт, харчові кислоти	
TM WIN	водний розчин ортофосфорної кислоти, специфічні добавки.	
Хімрезерв	ортофосфорна кислота, спеціальні добавки: активатори процесу перетворення іржі, інгібітор корозії, поверхнево-активні речовини	
Контраст (ContrRust)	дубильний екстракт, харчова кислота, вода з вмістом срібла	[12], [14]

2. Другу групу складають перетворювачі, які утворюють з іржею нерозчинні сполуки, проникаючи у шар іржі на значну глибину (200-300мкм). В них застосовують дубильні екстракти і органічні кислоти (ПІ “Компрозіт») з додаванням речовин, які покращують проникнення (перетворювач “Контраст”). При додаванні лігніну (ПІ “Тамак-1») утворюються малорозчинні комплексні сполуки, які дають захисну плівку, що не розтріскується при коливаннях температури. Додавання сульфату цинку сприяє утворенню на поверхні тонкого шару цинку (перетворювач “Ферум-3”), що в комплексі з таннатами заліза дозволяє без наявності лакофарбового покриття витримувати дію атмосферних умов на протязі 96 годин при вологості 98%. Вищезазначені перетворювачі наносяться на неочищену від іржі поверхню і після завершення реакції утворюють захисний шар з доброю адгезією до основи, тобто слугують ґрунтом для наступного лакофарбового покриття. Крім того, складники, застосовувані в цих ПІ одержують з відходів виробництва (гідролізного, шкіряного, порцелянового).

3. Третя група перетворювачів, покликана створити на поверхні протекторний шар захисного металу, який, будучи більш активним, вступає в реакцію першим, захищаючи залізню основу від корозії. Зазвичай використовують цинк, який наноситься хімічним (ПІ “Цинкар”) або електрохімічним способом (ПІ “Цинкор”). Перший з них на даний момент відсутній на українському ринку, а другий пропонується за завищеною ціною (вартість комплексу для обробки 1м² коштує 400 грн.). Можливо це зв'язано з тим, що виробляються вони у Росії.

Відомі зарубіжні фірми зазвичай випускають лінійку засобів, що включають перетворювачі, ґрунтовки, шпаклівки, фарби, які підібрані за сумісністю і часто дають вищу якість захисного покриття. Ці засоби навмисне були виключені з розгляду, так як в умовах, що сьогодні склалися в Україні більшість фермерів або ремонтних підприємств не зможе собі дозволити їх використання через високу вартість.

Для оцінки економічних показників була розрахована вартість обробки 1 м² поверхні. Вона не включає оплату праці і розрахована як ціна поділена на об'єм і помножена на питому витрату перетворювача.

Дані наведені в табл. 2. Враховуючи інформацію про склад ПІ, вона дає можливість більш обґрунтовано підійти до самостійного вибору оптимального перетворювача іржі.

Таблиця 2

Економічні показники застосування перетворювачів іржі

Марка	Витрата на 1м ² обробленої поверхні, л	Максимальна товщина шару іржі, мкм	Ціна, грн* (розфасовка)	Вартість обробки 1м ² поверхні, грн
Ферум-3	0,08...0,12	400	35,00 (0,5л)	5,6...8,4
Тамак-1	0,1	300	21,60 (1л)	2,16
Полиформ "красный" (инфиниум)	**	**	140,0 (0,65л)	-
Neomid 570 (Росія)	0,1...0,25	**	200,64 (1л)	20,06...50,16
Блеск	0,1... 0,13	**	23,80 (1л)	2,38...3,094
Зебра	0,1... 0,12	**	21,90 (0,5л)	4,38...5,256
Protex	0,06	**	51,0 (1л)	3,06

Продовження табл. 2

Композит	0,08...0,12	50 ... 300	31 (0,48кг)	4,96...7,44
TM WIN	0,1... 0,12	**	26,10 (1л)	2,61...3,132
Химрезерв	0,1... 0,12	**	33 (1л)	3,3...3,96
Контраст	0,06... 0,2	100...300	270,0 (5л)	3,24...10,8

Примітки: * Зазначена мінімальна ціна на початок 2016 року за пропозиціями інтернет-магазинів

** Інформація не вказана виробником

На підставі вищевикладеного можна зробити наступні **висновки:**

1. При ремонті кількість іржі на поверхнях сільськогосподарської техніки варіюється в широких межах від 0,05 до 0,5 г/дм², тому перспективними можуть виявитись ПІ з глибоким проникненням у шар іржі.

2. Необхідно провести комплексне дослідження захисних лакофарбових покриттів разом з перетворювачами іржі для розробки чітких рекомендацій по їх застосуванню.

3. Технологію відновлення лакофарбових покриттів сільськогосподарської техніки без видалення продуктів корозії необхідно впроваджувати на ремонтно-обслуговуючих підприємствах Поділля. Вона дозволить знизити витрати на ремонт лакофарбових покриттів і зменшити втрати металу через корозію.

Список використаних джерел

1. Семёнова, И.В. Коррозия и защита от коррозии [Текст] / И.В. Семёнова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов ; под ред. И.В. Семёновой. – М.: Физматлит, 2002. – 336 с.

2. Балыбин, Д. В. Производство преобразователей ржавчины в России [Текст] / Д.В. Балыбин, А.А. Костякова, Е. Д. Попова, Н. М. Кудрявцева // Вестник Удмуртского ун-та, – 2014 . – Вып. № 4-1 – С.11–17.

3. А.с. 126972 СССР, МПК: C08L 63/02, C09D 5/12. Грунтовка на основе фосфорной кислоты, пигментов, связующего и растворителей / Н.А. Назарова (СССР). – №631974/23; заявл. 25.06.1959; опубл. 01.01.1960, Бюл. №6.

4. А.с. 164373 СССР, МПК: C23F 15/00, C09D 3/58, C09D 5/08. Способ защиты от коррозии изделий из черных металлов / В.А.Войтович (СССР). – № 841599/23-4; заявл. 13.07.63; опубл. 13.08.64, Бюл. №15.

5. Ханларова, А.Г., Влияние преобразователей ржавчины на защитные и механические свойства ржавой стальной поверхности [Текст] / А.Г. Ханларова, С.Н. Салимова, К.Б. Исмакова К.Б. // Окраска по ржавчине 79 : тезисы докл. III Всесоюзного научно-технического семинара, Горький, 1979. –С. 75-76.

6. Рекомендации по применению преобразователя ржавчины ПРЛ-СХ для защиты от коррозии металлоконструкций и оборудования животноводческих и птицеводческих ферм в период их монтажа, производственной эксплуатации и ремонта. – М.: Изд-во Академии сельхоз. наук СССР, 1984. – 73 с.

7. Рекомендации по применению преобразователей (модификаторов) ржавчины при защите металлических поверхностей комплексными лакокрасочными покрытиями. 3-е изд. Черкассы: Изд-во НИИ технико-экономических исследований, 1986. –49 с.

8. ГОСТ 6572-91 Покрyтия лакокрасочные тракторов и сельскохозяйственных машин. Общие технические требования. – введен 01.01.93. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1992. – 34 с.

9. ГОСТ 9.402-2004 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрyтия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию [Текст] – Взамен ГОСТ 9.402-80 ; введ. 2006–01–01. – М.: Стандартиформ, 2005. – 79 с.

10. ДСТУ 3894-99 (ГОСТ 30662-99) Перетворювачі іржі. Методи випробування захисних

властивостей лакофарбових покриттів. [Текст] – надано чинності 2000-01-01. – Київ, Держспоживстандарт України, 2000. –12 с.

11. Патент на винахід №32114 Україна МПК(2006) C09D197/02, C09D5/12 Спосіб одержання комбінованого перетворювача іржі підвищеної ефективності [Текст] / Поживилко В. К. ; Заявник і власник Поживилко В. К. – u98126873 ; заявл. 25.12.1998 ; опубл. 15.03.2002, Бюл. №3 – 2с.: іл.

12. Патент на винахід № 61544 Україна МПК(2006) C09D 5/12 C09D 5/08 Перетворювач іржі [Текст] / Висоцька Л. М. ; Заявник і власник Приватне підприємство "Руслан і Людмила" – u 2003021672; заявл. 25.02.2003 ; опубл. 15.08.2006, Бюл. №8 – 2с.: іл.

13. Патент на винахід № 76831 Україна МПК(2006) C09D 5/12 C09D 5/08 Перетворювач іржі [Текст] / Солдатенко М. П. ; Заявник і власник Солдатенко М. П. – u 20040907395 ; заявл. 09.09.2004 ; опубл. 15.09.2006, Бюл. №9 – 4 с.: іл.

14. ДСТУ 4372:2005 Перетворювачі іржі на основі деревинної речовини. Технічні умови. [Текст] – надано чинності 2005-02-28. – Київ, Держспоживстандарт України, 2005. – 30 с.

References

1. Semjonova, I.V., Florianovich, G.M. & Horoshilov A.V. (2012) *Korrozija i zashchita ot korrozii* [Corrosion and corrosion protection]. Moscow : Fizmatlit [in Russian].

2. Balybin, D. V. Kostjakova, A. A., Popova, E. D. & Kudrjavceva, N. M. (2014). Proizvodstvo preobrazovatelej rzhavchiny v Rossii [Production of rust converters in Russia] *Vestnik Udmurtskogo un-ta*, [Bulletin of Udmurt University], 4(1), 11–17. [in Russian].

3. *Nazarova, N.A. (1960). SU Patent No. 126972. Moscow, USSR: Committee on Inventions of the USSR Council of Ministers.*

4. *Vojtovich, V.A. (1964). SU Patent No. 164373. Moscow, USSR: Committee on Inventions of the USSR Council of Ministers.*

5. Hanlarova, A.G., Salimova, S.N., & Ismalkova K.B. (1979). Vlijanie preobrazovatelej rzhavchiny na zashchitnye i mehanicheskie svojstva rzhavoj stal'noj poverhnosti [The impact of the protective rust converters on mechanical properties of rusty steel surface] *Tez. dokl. III Vsesojuznogo nauchno-tehnicheskogo seminaru «Okraska po rzhavchine 79»* [Abstracts of reports at III All-Union Scientific-Technical Workshop "Painting on Rust 79"], Gorkij, pp. 75-76. [in Russian]

6. *Rekomendacii po primeneniju preobrazovatelja rzhavchiny PRL-SH dlja zashchity ot korrozii metallokonstrukcij i oborudovanija zhivotnovodcheskih i pticevodcheskih ferm v period ih montazha, proizvodstvennoj jekspluatacii i remonta* (1984). [Recommendations for use of PRL-SH rust converter for corrosion protection of steel structures and livestock and poultry farms equipment during their installation, operation and maintenance of production]. Moscow: Izd-vo Akademii sel'hoz. nauk SSSR. [in Russian]

7. *Rekomendacii po primeneniju preobrazovatelej (modifikatorov) rzhavchiny pri zashchite metallicheskih poverhnostej kompleksnymi lakokrasochnymi pokrytijami. 3-e izd.* (1986) [Recommendations for the use of rust converters (modifiers) rust for protection of metal surfaces with complex paintwork] (3rd ed.). Cherkassy: Izd-vo NII tehniko-jekonomicheskijh issledovanij. [in Russian]

8. GOST 6572-91 (1992). *Pokrytija lakokrasochnye traktorov i sel'skohozjajstvennyh mashin. Obshchie tehnicheckie trebovanija.* [Paint coatings for tractors and agricultural machines. General technical requirements]. Moscow: IPK Izdatel'stvo standartov. [in Russian]

9. GOST 9.402-2004 (2005). *Edinaja sistema zashchity ot korrozii i starenija. Pokrytija lakokrasochnye. Podgotovka metallicheskih poverhnostej k okrashivaniju.* [Unified system of corrosion and ageing protection. Paint coatings. Metal surface preparation for painting]. Moscow: Standartinform. [in Russian]

10. DSTU 3894-99 (GOST 30662-99) (2000). *Peretvoriuvachi irzhi. Metody vyprobuvannia zakhysnykh vlastyvostei lakofarbovykh pokryttiv.* [Rust converters. Methods of testing the protective properties of coatings]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].

11. Pozhyvilko, V. K. (2002). *UA. Patent No. 32114.* Kyiv, Ukraine: State Department of Intellectual Property.

12. Vysotska, L. M. (2006). *UA. Patent No. 61544.* Kyiv, Ukraine: State Department of Intellectual Property.

13. Soldatenko, M. P. (2006). *UA. Patent No. 76831.* Kyiv, Ukraine: State Department of

Intellectual Property.

14. DSTU 4372:2005 (2005). Peretvoriuvachi irzhi na osnovi derevynnoi rechovyny. Tekhnichni umovy. [Rust converters from woody material. Specifications]. Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].

Дата надходження статті до редакції: 10.02.2016.

1 рецензування: 22.02.2016, прийняття в друк: 13.03.2016.

Received: 10.02.2016. 1st Revision: 22.02.2016. Accepted: 13.03.2016

Pavlo Fedirko
Ph.D., Assoc. Professor
Volodymyr Krol
Senior Lecturer
Valery Morozov
Lecturer

*Department of machinery repair and energy equipment
Engineering Faculty
State Agrarian and Engineering University in Podilya
Kamenets-Podilsky, Ukraine
E-mail: rmeo.pdatu@gmail.com*

RECOVERY OF REFINISHING COATING OF AGRICULTURAL MACHINERY WITHOUT PRIOR REMOVAL OF RUST

Difficult situation in modern Ukrainian agriculture connected with the absence of state standards and quality control leads to frequent disruption of technology application machines. The problem of preservation of farm machinery is more acute compared to agricultural holdings that use expensive imported materials and equipment. Therefore, conducting exploratory research in developing methods of restoration of agricultural machinery paint coating, which do not require highly skilled personnel and are rather expensive is an up-to-date issue. The mechanisms of corrosion and electrochemical behavior of steels in aggressive operational environments of agricultural production are analyzed in the paper. The history of the discovery, classification and scope of the corrosion converters (rust converters) which do not need the complete removal of corrosion products from the metal surface during repair work are shown. Rust converters react with corrosion products to form a protective layer that prevents further corrosion and is a good basis for the application of paints. It also contains compositions of Ukrainian rust converters and technology of their application. Following the technology and taking into account the compatibility of paints, rust converters significantly provides the reducing of corrosion protection cost.

Keywords: *corrosion products, Rust, coatings, rust modifier, phosphoric acid, metal products, transformation phosphate.*

Павел Федирко
к.т.н., доцент
Владимир Кроль
ст. преподаватель
Валерий Морозов
преподаватель

*кафедра ремонта машин и энергооборудования
Инженерно-технический факультет
Подольский государственный аграрно-технический
университет
E-mail: rmeo.pdatu@gmail.com*

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО УДАЛЕНИЯ РЖАВЧИНЫ

Проанализированы механизмы коррозионного и электрохимического поведения сталей в агрессивных эксплуатационных средах аграрного производства. Описана история открытия, классификация и области применения преобразователей продуктов коррозии (ржавчины),

благодаря которым нет необходимости в полном удалении продуктов коррозии с поверхности металла при проведении ремонтных работ. Преобразователи ржавчины вступают в реакцию с продуктами коррозии, образуя защитный слой, который предотвращает дальнейшую коррозию и является хорошей основой для нанесения лакокрасочных материалов. Также приведены составы преобразователей отечественного производства и технология их нанесения. При соблюдении технологии и учете совместимости лакокрасочных материалов, применения преобразователей ржавчины существенно снижает затраты на антикоррозийную защиту.

Ключевые слова: продукты коррозии, преобразователь ржавчины, лакокрасочные покрытия, модификатор ржавчины, фосфорная кислота, металлические изделия, преобразования, фосфатирование.

УДК 631.363.21

Шевчук І.І.

асистент

Марущак А.М.

к.с.г.н., доцент

Тиш М.А.

к.с.г.н., доцент

Єрмаков С.В.

асистент

кафедра охорони праці та фізичного виховання

Інженерно-технічний факультет

Подільський державний аграрно-технічний університет

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: shevchuk-ja@rambler.ru

E-mail: maruschak-anatoliy@ukr.net

E-mail: tyshmyr@rambler.ru

кафедра фізико-математичних і загальнотехнічних дисциплін

Інженерно-технічний факультет

Подільський державний аграрно-технічний університет

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: ermkov@rambler.ru

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИБОРУ ДРОБАРК З ВЕРТИКАЛЬНИМ РОЗТАШУВАННЯМ РОТОРА

Робота присвячена удосконаленню процесу подрібнення зерна з метою зниження питомих енерговитрат і підвищення якості готового продукту за рахунок використання системи попередньої сепарації зерна і сепарації продуктів подрібнення.

У статті пропонується методика проведення аналізу робочих параметрів завантажувального пристрою, заснована на лабораторних дослідженнях і емпіричних даних. Дослідження спирається на загальні фізичні закономірності і механіко-технологічні властивості матеріалів. Результатом розробленої методики є пропозиція щодо оптимальних параметрів завантажувальних пристроїв сипких матеріалів

Ключові слова: спосіб завантаження, конструктивно-технологічна схема, рівномірність завантаження, зерновий матеріал, отвори.

Вступ. Останнім часом дедалі більше уваги приділяється різноманітним способам подрібнення зерна. Це пов'язано з переосмисленням традиційних методів подрібнення серійними дробарками вітчизняного виробництва. Як альтернатива їм останнім часом